

DRY METHOD FOR REMOVING UNDESIRED RESIDUAL OXIDE AND/OR SILICON FROM PROCESSED SEMICONDUCTOR WAFER

Patent number: JP7029877
Publication date: 1995-01-31
Inventor: JIENIFUAA EMU UETSUBU; CHIESUTAA EI SUUEIKOUSUKII; ZAARA EICHI AMINI
Applicant: APPLIED MATERIALS INC
Classification:
- **International:** H01L21/3065
- **European:**
Application number: JP19910317617 19911202
Priority number(s): JP19910317617 19911202

[Report a data error here](#)

Abstract of JP7029877

PURPOSE: To provide a dry process which removes one or both of residual oxide or residual oxide, such as polysilicon stringer and silicon material, from a semiconductor wafer. **CONSTITUTION:** While NF₃ -containing etching gas, consisting of at least 40 vol% of NF₃ and the rest of one or more components selected from a group composed essentially of argon, helium, oxygen, SF₆, Cl₂ and CF₄, is introduced into a vacuum chamber with a flow rate equivalent to introducing approximately 10-500 sccm of gas into a vacuum chamber of 1200 cc, a plasma is ignited in the chamber, and the power level of the plasma is maintained in a range of approximately 50-400 watts. During etching, a wafer is exposed to a magnetic field which is parallel with the wafer surface, having an intensity of approximately 25 gauss.

半導体ウエーハ上に残り出た後の側壁から酸化物またはポリシリコン残留物を除去する乾式エッチング方法

1. 約20ミリトル乃至約1トルの範囲の圧力の真空室内において約-15°C乃至約150°Cの温度に保持されている離極上に半導体ウエーハを取り付ける

2. 1200ccの真空室内に10乃至500sccmを流させるのと等しい流量で真空室内にNF₃含蓄ガスを注入せらる

3. エッティング室内にプラズマを点弧させ、プラズマの電力レベルを約50乃至約400ワットに維持する

4. ウエーハの面に平行で約25乃至約150ガウスの強さを有する磁場にウエーハを置す

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-29877

(43)公開日 平成7年(1995)1月31日

(51)Int.Cl.⁶

H 01 L 21/3065

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 L 21/ 302

N

F

H

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平3-317617

(22)出願日

平成3年(1991)12月2日

(71)出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050

(72)発明者 ジェニファー エム ウェップ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95123 サン ホセ ポニオ サークル 5352

(74)代理人 弁理士 中村 稔 (外7名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 处理済の半導体ウエーハから望ましくない残留酸化物及び残留シリコンの両者または何れか一方を除去する乾式方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 残留酸化物またはポリシリコンストリンガのような残留酸化物及びシリコン材料の両者または何れか一方を半導体ウエーハから除去する乾式プロセスを提供する。

【構成】 少なくとも40体積%がNF₃であり、残余が本質的にアルゴン、ヘリウム、酸素、SF₆、Cl₂及びCF₄からなる群から選択された1またはそれ以上のガスからなるNF₃含有エッティング用ガスを、1200ccの真空室内に約10乃至約500sccmを流入させると等価な流量で真空室内に流入させながら該室内にプラズマを点弧させ、プラズマの電力レベルを約50乃至約400ワットの範囲に維持する。エッティング中、ウエーハの面に平行で少なくとも約25ガウスの強さを有する磁場にウエーハを曝す。

半導体ウエーハ上に突き出た段の側壁から酸化物またはポリシリコン残留物を除去する乾式エッティング方法

1. 約20ミリトル乃至約1トルの範囲の圧力の真空室内において約-15°C乃至約150°Cの温度に維持されている結晶上に半導体ウエーハを取り付ける

2. 1200ccの真空室に10乃至500sccmを流しさせると等価な流量で真空室内にNF₃含有ガスを流入させる

3. エッティング室内にプラズマを点弧させ、プラズマの電力レベルを約50乃至約400ワットに維持する

4. ウエーハの面に平行で約25乃至約150ガウスの強さを有する磁場にウエーハを曝す

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-29877

(43)公開日 平成7年(1995)1月31日

(51)Int.Cl.⁶

H 01 L 21/3065

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 L 21/ 302

N

F

H

審査請求 未請求 請求項の数30 OL (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平3-317617

(22)出願日

平成3年(1991)12月2日

(71)出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド

APPLIED MATERIALS, INCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050

(72)発明者 ジェニファー エム ウェップ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95123 サン ホセ ポニオ サークル 5352

(74)代理人 弁理士 中村 稔 (外7名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 处理済の半導体ウエーハから望ましくない残留酸化物及び残留シリコンの両者または何れか一方を除去する乾式方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 残留酸化物またはポリシリコンストリンガのような残留酸化物及びシリコン材料の両者または何れか一方を半導体ウエーハから除去する乾式プロセスを提供する。

【構成】 少なくとも40体積%がNF₃であり、残余が本質的にアルゴン、ヘリウム、酸素、SF₆、Cl₂及びCF₄からなる群から選択された1またはそれ以上のガスからなるNF₃含有エッティング用ガスを、1200ccの真空室内に約10乃至約500sccmを流入させると等価な流量で真空室内に流入させながら該室内にプラズマを点弧させ、プラズマの電力レベルを約50乃至約400ワットの範囲に維持する。エッティング中、ウエーハの面に平行で少なくとも約25ガウスの強さを有する磁場にウエーハを曝す。

半導体ウエーハ上に突き出た段の側面から酸化物またはポリシリコン残留物を除去する乾式エッティング方法

1. 約20ミリトル乃至約1トルの範囲の圧力の真空室内において約-15°C乃至約150°Cの温度に維持されている陰極上に半導体ウエーハを取り付ける

2. 1200ccの真空室内に10乃至500sccmを流れる等価な流量で真空室内にNF₃含有ガスを流入させる

3. エッティング室内にプラズマを点弧させ、プラズマの電力レベルを約50乃至約400ワットに維持する

4. ウエーハの面に平行で約25乃至約150ガウスの強さを有する磁場にウエーハを曝す

去するためにエッティングを使用し、約5乃至約60秒間に亘ってエッティングを遂行する請求項22に記載の方法。

【請求項28】 1またはそれ以上のポリシリコン線上に形成された酸化物層の側壁からポリシリコン残留物を除去するためにエッティングを使用し、約5乃至約120秒間に亘ってエッティングを遂行する請求項22に記載の方法。

【請求項29】 半導体ウエーハ上に形成されたポリシリコン線の側壁から残留酸化物を除去するプラズマ支援乾式エッティング方法であって、

a) 約100ミリトル乃至約400ミリトルの範囲内の圧力に維持された真空室内にあってウエーハ温度を約5°C乃至約65°Cに維持することができる陰極上にウエーハを取り付ける段階と、

b) 少なくとも50体積%がNF₃であり、残余が本質的にアルゴン、ヘリウム、酸素、SF₆、Cl₂及びCF₄からなる群から選択された1またはそれ以上のガスからなるNF₃含有エッティング用ガスを、1200ccの真空室内に約150乃至約200sccmを流入させるのと等価な流量で真空室内に流入させる段階と、

c) NF₃含有エッティング用ガスを真空室内に流入させながら該室内にプラズマを点弧させ、プラズマの電力レベルを約50乃至約400ワットの範囲に維持する段階と、

d) エッティング中、ウエーハの面に平行で少なくとも約25乃至約150ガウスの強さを有する磁場にウエーハを曝す段階と、

e) 上記エッティング状態を約5乃至約60秒間維持する段階とを具備することを特徴とする方法。

【請求項30】 半導体ウエーハ上のポリシリコン線の低いレベル上に形成された酸化物層の側壁からポリシリコン残留物を除去するプラズマ支援乾式エッティング方法であって、

a) 約100ミリトル乃至約400ミリトルの範囲内の圧力に維持された真空室内にあってウエーハ温度を約5°C乃至約65°Cに維持することができる陰極上にウエーハを取り付ける段階と、

b) 少なくとも50体積%がNF₃であり、残余が本質的にアルゴン、ヘリウム、酸素、SF₆、Cl₂及びCF₄からなる群から選択された1またはそれ以上のガスからなるNF₃含有エッティング用ガスを、1200ccの真空室内に約10乃至約500sccmを流入させるのと等価な流量で真空室内に流入させる段階と、

c) NF₃含有エッティング用ガスを真空室内に流入させながら該室内にプラズマを点弧させ、プラズマの電力レベルを約50乃至約400ワットの範囲に維持する段階と、

d) エッティング中、ウエーハの面に平行で少なくとも約25乃至約150ガウスの強さを有する磁場にウエーハ

を曝す段階と、

e) 上記エッティング状態を約5乃至約120秒間維持する段階とを具備することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体ウエーハ上に集積回路構造を形成する際の酸化物及びシリコンの両者または何れか一方の残留物を除去するためのエッティング方法に関する。具体的には本発明は、高圧力磁気強化プラズマエッティングとNF₃ガス含有ガス状エッティング材とを使用して、半導体ウエーハ上に突出した線の側壁から材料を除去するための乾式プロセスに関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体ウエーハ上に、及びウエーハ内に集積回路構造を製造する際に、望ましくない酸化物及びシリコンの両者または何れか一方の生成物もしくは残留物がウエーハ上に形成されたり、残ることがある。例えば、半導体ウエーハ上に導電性ポリシリコン線を形成させる時に、このまたはこれらの生成物または残留物がポリシリコン線の側壁上に形成され、または残る可能性がある。

【0003】 例えば図1に示すように、フォトレジスト層をパターン化してフォトレジストマスク14を形成させ、次いでこのマスクを通して下方のポリシリコン層を非等方的にエッティングすることによってシリコン半導体ウエーハ2上のゲート酸化物層6上にポリシリコン線10を形成させる場合、ポリシリコン線10の側壁上に残留物20aが形成され、またフォトレジストマスク14の側壁上に同じ残留物20bが形成される可能性がある。この残留物材料はシリコンを高度に含む酸化物の形状であると考えられる。これは顕微鏡で見た時に、熱酸化物に対するその相対的密度と、フッ化水素酸内でのそのエッティング速度とを原因とする外観から綿毛上酸化物と呼ばれることがある。例えば絶縁の目的で酸化物側壁を形成させたい場合には、この残留物材料がポリシリコン線自体の上を覆うために高品位酸化プロセスを妨害するので除去しなければならない。またこの残留物は次の層に対する付着問題をも惹起し、もし除去しなければ次のレベル処理において拡散炉を汚染する。

【0004】 従来、この残留酸化物の除去はHFを使用する湿式エッティングプロセスによって遂行されていた。しかしながら、このプロセスはウエーハを真空装置から取り外す必要があるために汚染がもたらされ、またウエーハ上に集積回路構造を形成させる総合プロセスのスループットを緩慢化させる。更に、HFはゲート酸化物をも攻撃するので、湿式エッティング段階を極めて精密に監視する必要がある。

【0005】 酸化物型残留物は、半導体ウエーハ上のポリシリコン線の側壁上に形成される残留物の形状だけではない。例えば図2乃至図4に示すように、半導体ウエーハ

一ハ2上のポリシリコン線22の上に絶縁用酸化物層26を設け、その上にポリシリコン線30を形成させる場合、フォトレジストマスク36を通して上側ポリシリコン層を通常の非等方性エッチングを行うとポリシリコン残留物即ちストリンガ40が酸化物層26上の28で示す箇所に残り、下側ポリシリコン線22の側壁上にストリンガが形成されるにつれて酸化物層26を狭めることになる。このようなポリシリコンストリンガ40は、もし除去しなければ、図3に示すように酸化物層26上に形成される2本の平行なポリシリコン線30の間に望ましくない短絡回路または導電経路を形成するようになる。

【0006】残留酸化物を除去する場合のように、これらの望ましくないポリシリコンストリンガを除去する従来の方法は、ウエーハを真空装置から取り外し、通常はKOHを使用する湿式エッチングによって望ましくないポリシリコンを除去するというものであった。しかし、望ましくないポリシリコン残留物を除去するためにKOHのようなエッチング材を使用する場合には、このエッチング材がポリシリコン線をも攻撃するので、エッチングの制御には充分な注意を払わなければならない。更にサブミクロンジオメトリにおいては、湿式薬品が高いアスペクト比の開口に突入するという問題をも有している。

【0007】従って、半導体ウエーハを真空室から取り外すことなく、これらの望ましくない残留物を選択的に除去できる乾式エッチングプロセスを提供することが望ましい。

【0008】

【発明の概要】従って本発明の目的は、半導体ウエーハ上に突き出て形成された線の側壁から材料を除去するプロセスを提供することである。本発明の別の目的は、NF₃含有エッチング用ガスと共に高圧力プラズマエッチングを使用して、半導体ウエーハ上に突き出て形成された線の側壁から材料を除去する乾式エッチングプロセスを提供することである。

【0009】本発明の別の目的は、高圧力NF₃含有プラズマエッチングを使用して、半導体ウエーハ上に突き出て形成された線の側壁から残留酸化物を除去する乾式プロセスを提供することである。本発明の更に別の目的は、高圧力NF₃含有プラズマエッチングを使用して、半導体ウエーハ上に突き出て形成された線の側壁からポリシリコン残留物を除去する乾式プロセスを提供することである。

【0010】

【実施例】本発明は、半導体ウエーハ上に複数の線を形成させるのに使用する真空装置からウエーハを取り外すことなく、エッチング材としてNF₃含有ガスを使用する高圧力磁気強化プラズマエッチングによって、ウエーハ上に形成された線もしくは段の側壁から残留材料を除

去するための乾式プロセスを提供する。

【0011】図1の従来技術の構造に示すように半導体ウエーハ上にポリシリコン線を形成させた後にポリシリコン線10及びフォトレジストマスク14の両者の側壁上に形成されたシリコンを高度に含む酸化物即ち残留酸化物は、本発明によって除去することができる。本発明によればウエーハは、ポリシリコン線を形成させるのに使用したものと同一の真空室内で高圧力磁気強化NF₃プラズマエッチングされる。

【0012】エッチング中の真空室の圧力は、約20ミリトル乃至約1トルの範囲に、好ましくは約100ミリトル乃至約400ミリトルの範囲に、最も好ましくは約300ミリトル乃至約350ミリトルの範囲に維持する。ウエーハを取り付けるための真空室の陰極またはウエーハベースは、エッチング中にウエーハの温度を約-25°C乃至約150°Cの範囲内に、好ましくは約5°C乃至約65°Cの範囲内に、最も好ましくは約15°C乃至約25°Cの範囲内に保つような温度に維持する。

【0013】容積が約1200ccの真空室の場合には、真空室に流入させるNF₃含有エッチング用ガスの合計流を、約10乃至約500標準立方cm/分(sccm)の範囲内に、好ましくは約150乃至約200sccmの範囲内に維持する。真空室がこれより大きいか、または小さい場合には、容積に比例して真空室に流入させるNF₃含有エッチング用ガスの流れを調整する。

【0014】NF₃含有エッチング用ガスはNF₃ガスだけからなっていてもよく、あるいはまた、少なくとも40体積%の、好ましくは少なくとも50体積%のNF₃ガスと、1またはそれ以上の付加的な反応ガス及び1またはそれ以上のキャリヤガスの両者または何れか一方を含む混合体からなっていてもよい。NF₃含有エッチング用ガスと組み合わせて使用可能な他の反応ガスの例は、SF₆、Cl₂及びCF₄を含む。これらのガスを付加する場合には、これらのガスは単独で、または組み合わせてエッチング用ガスの合計量の60体積%、好ましくは50体積%までとする、即ち残余の40体積%、好ましくは50体積%をNF₃ガスとして使用することができる。使用できるキャリヤガスの例は、ヘリウム、酸素、及びアルゴンを含み、このまたはこれらのガスは単独でまたは組み合わせて使用することができるが、この場合もエッチング用ガス混合体の60体積%、好ましくは50体積%を超えないようにする。1またはそれ以上の付加的な反応ガス、及び1またはそれ以上のキャリヤガスをNF₃ガスと組み合わせて使用する場合には、これら全ての付加ガスの総量がエッチング用ガス混合体の60体積%、好ましくは50体積%を超えないようにし、残余をNF₃ガスとする。

【0015】本発明のエッチングプロセスは、プラズマ

の援助の下に遂行される。このプラズマはエッティング中に真空室内の陰極と室壁との間に点弧され、その電力レベルはウエーハの直径に依存して約50乃至400ワットの範囲である。エッティングは磁気強化状態の下で遂行される。即ちウエーハは、ウエーハの面に平行で約25ガウス乃至約150ガウスまたはそれ以上の範囲の、好みしくは約100乃至約125ガウスの範囲の強さを有する磁場に曝される。この磁場は周知のように、外壁の周囲に水平に間隔をおいた磁気コイルを使用して発生させる。このような装置の例は合衆国特許4,668,338号及び同4,842,683号に記載されている。

【0016】残留酸化物を除去する場合、エッティングを約5乃至約60秒間に亘って遂行する。これは残余の構造を損傷させることなくポリシリコン線の側壁からシリコンを高度に含有する残留酸化物を除去するのに充分な時間である。因に、本発明のエッティングシステムはポリシリコン及び酸化物を除去することが可能であり、エッティング時間が長過ぎるとポリシリコン線またはポリシリコン線に接するウエーハ上のゲート酸化物の何れかに損傷を与えることになるので、エッティング時間の精密な監視及び制御が極めて重要であることに注目されたい。

【0017】本発明のエッティングシステムは、図2乃至図4に示すように半導体ウエーハ上に先ずポリシリコン線を形成させ、次にこのポリシリコン線上に酸化物絶縁層を沈積または成長させ、次いで酸化物絶縁層上に第2のポリシリコン線を沈積させてパターン化し、第2のレベルに单一のまたは複数のポリシリコン線を形成させる場合に、段の凹角部分に形成されるポリシリコンストリンガ40のようなポリシリコン残留物即ちストリンガを除去するのにも使用可能である。

【0018】上述の残留酸化物の除去に使用するのではなく、本発明のエッティングプロセスをこれらのポリシリコンストリンガまたは残留物の除去に使用する場合には、時間を長くする、即ち約120秒までとすること、及びポリシリコン線が若干凹角になる、即ち底縁がアンダカットになることを除けば、前述のエッティング条件はそのままとする。しかし、それでもエッティング時間は温式処理を使用する場合よりも大幅に短縮される。

【0019】前例と同様に、ポリシリコンのエッティング中には、半導体ウエーハ上に既に形成されている集積回路構造の他の部分の過大なエッティングまたは除去を阻止または禁止するために、エッティング時間の正確な制御と監視が重要である。以下の例は、本発明のプロセスを更に理解する上で役立つであろう。

例1

1280ccの真空室内において直径4インチの半導体ウエーハ上にポリシリコン層を形成させ、このポリシリコン層上にフォトレジストマスクを形成させることによって集積回路構造を形成させた。フォトレジストマスクの開口を通してポリシリコン層をエッティングし、ウエー

ハ上に若干のポリシリコン線を形成した結果、ポリシリコン線及びフォトレジストマスクの両者の側壁上に高度にシリコンを含む残留酸化物が残った。

【0020】ウエーハを取り付けてある陰極ベースの温度を20°Cに、また真空室内の圧力を約300ミリトルに維持しながら、真空室内に150sccmのNF₃を流してエッティングすることによってこれらの残留酸化物を除去した。このエッティング中に100ワットの電力レベルのプラズマを点弧させ、ウエーハを120ガウスの磁場に曝した。15秒後、ガス流を停止させ、プラズマを消弧させ、ウエーハを真空室から取り外し、そして走査型電子顕微鏡を使用して検査した。ポリシリコン線の側壁には残留酸化物の痕跡は見出せなかった。

【0021】例II

表面に第1のレベルのポリシリコン線を形成させ、それらの上に酸化物絶縁層を形成せしめた直径4インチの第2の半導体ウエーハを真空装置内に配置し、酸化物の表面に第2のポリシリコン層を沈積させた後にその上にフォトレジストマスクを形成させた。真空室内においてポリシリコン層をエッティングして酸化物層上に複数のポリシリコン線を形成させた結果、第1のレベルのポリシリコン線上の酸化物層の凹角部分にポリシリコンストリンガ即ち残留物が残った。

【0022】ウエーハを取り付けてある陰極ベースの温度を65°Cに、また真空室内の圧力を約80ミリトルに維持しながら、真空室内に9sccmのNF₃と11sccmのC₂H₂との混合ガスを流してエッティングすることによってこれらのポリシリコンストリンガ即ち残留物を除去した。このエッティング中に80ワットの電力レベルのプラズマを点弧させ、ウエーハを75ガウスの磁場に曝した。約15秒後、ガス流を停止させ、プラズマを消弧させ、ウエーハを真空室から取り外し、そして走査型電子顕微鏡を使用して検査した。酸化物層表面上のポリシリコン線の間にはポリシリコンの痕跡は見出せなかった。

【0023】本発明のNF₃含有乾式エッティングプロセスは、シリコン表面から本来の酸化物の除去、ホウ素または燐“スキン”即ち注入及びアニーリング段階後にドープされた本来の酸化物の除去、または“フェンス”即ち突き出た段の側壁付近の（必ずしも接している必要はない）集積回路構造の表面上のポリシリコンスパイクまたは残留物の除去にも使用可能である。

【0024】以上説明したように本発明は、真空室からウエーハを取り外すことを要せずに半導体ウエーハ上に形成された集積回路構造から（例えばポリシリコン線のような段の側壁から）望ましくない残留酸化物またはポリシリコン残留物を除去する改良されたプロセス、即ち温式エッティングのようにこれらの残留物を除去するためウエーハを真空室から除去することを必要としない乾式エッティングプロセスを提供しているのである。その結

の援助の下に遂行される。このプラズマはエッティング中に真空中の陰極と室壁との間に点弧され、その電力レベルはウエーハの直径に依存して約50乃至400ワットの範囲である。エッティングは磁気強化状態の下で遂行される。即ちウエーハは、ウエーハの面に平行で約25ガウス乃至約150ガウスまたはそれ以上の範囲の、好みしくは約100乃至約125ガウスの範囲の強さを有する磁場に曝される。この磁場は周知のように、外壁の周囲に水平に間隔をおいた磁気コイルを使用して発生させる。このような装置の例は合衆国特許4,668,338号及び同4,842,683号に記載されている。

【0016】残留酸化物を除去する場合、エッティングを約5乃至約60秒間に亘って遂行する。これは残余の構造を損傷させることなくポリシリコン線の側壁からシリコンを高度に含有する残留酸化物を除去するのに充分な時間である。因に、本発明のエッティングシステムはポリシリコン及び酸化物を除去することが可能であり、エッティング時間が長過ぎるとポリシリコン線またはポリシリコン線に接するウエーハ上のゲート酸化物の何れかに損傷を与えることになるので、エッティング時間の精密な監視及び制御が極めて重要であることに注目されたい。

【0017】本発明のエッティングシステムは、図2乃至図4に示すように半導体ウエーハ上に先ずポリシリコン線を形成させ、次にこのポリシリコン線上に酸化物絶縁層を沈積または成長させ、次いで酸化物絶縁層上に第2のポリシリコン線を沈積させてパターン化し、第2のレベルに单一のまたは複数のポリシリコン線を形成させる場合に、段の凹角部分に形成されるポリシリコンストリング40のようなポリシリコン残留物即ちストリングを除去するのにも使用可能である。

【0018】上述の残留酸化物の除去に使用するのではなく、本発明のエッティングプロセスをこれらのポリシリコンストリングまたは残留物の除去に使用する場合には、時間を長くする、即ち約120秒までとすること、及びポリシリコン線が若干凹角になる、即ち底縁がアンダカットになることを除けば、前述のエッティング条件はそのままとする。しかし、それでもエッティング時間は温式処理を使用する場合よりも大幅に短縮される。

【0019】前例と同様に、ポリシリコンのエッティング中には、半導体ウエーハ上に既に形成されている集積回路構造の他の部分の過大なエッティングまたは除去を阻止または禁止するために、エッティング時間の正確な制御と監視が重要である。以下の例は、本発明のプロセスを更に理解する上で役立つであろう。

例1

1280ccの真空中において直径4インチの半導体ウエーハ上にポリシリコン層を形成させ、このポリシリコン層上にフォトレジストマスクを形成させることによって集積回路構造を形成させた。フォトレジストマスクの開口を通してポリシリコン層をエッティングし、ウエー

ハ上に若干のポリシリコン線を形成した結果、ポリシリコン線及びフォトレジストマスクの両者の側壁上に高度にシリコンを含む残留酸化物が残った。

【0020】ウエーハを取り付けてある陰極ベースの温度を20°Cに、また真空中の圧力を約300ミリトルに維持しながら、真空中に150sccmのNF₃を流してエッティングすることによってこれらの残留酸化物を除去した。このエッティング中に100ワットの電力レベルのプラズマを点弧させ、ウエーハを120ガウスの磁場に曝した。15秒後、ガス流を停止させ、プラズマを消弧させ、ウエーハを真空中から取り外し、そして走査型電子顕微鏡を使用して検査した。ポリシリコン線の側壁には残留酸化物の痕跡は見出せなかった。

【0021】例I I

表面に第1のレベルのポリシリコン線を形成させ、それらの上に酸化物絶縁層を形成せしめた直径4インチの第2の半導体ウエーハを真空中に配置し、酸化物の表面に第2のポリシリコン層を沈積させた後にその上にフォトレジストマスクを形成させた。真空中においてポリシリコン層をエッティングして酸化物層上に複数のポリシリコン線を形成させた結果、第1のレベルのポリシリコン線上の酸化物層の凹角部分にポリシリコンストリング即ち残留物が残った。

【0022】ウエーハを取り付けてある陰極ベースの温度を65°Cに、また真空中の圧力を約80ミリトルに維持しながら、真空中に9sccmのNF₃と11sccmのC₂H₂との混合ガスを流してエッティングすることによってこれらのポリシリコンストリング即ち残留物を除去した。このエッティング中に80ワットの電力レベルのプラズマを点弧させ、ウエーハを75ガウスの磁場に曝した。約15秒後、ガス流を停止させ、プラズマを消弧させ、ウエーハを真空中から取り外し、そして走査型電子顕微鏡を使用して検査した。酸化物層表面上のポリシリコン線の間にはポリシリコンの痕跡は見出せなかった。

【0023】本発明のNF₃含有乾式エッティングプロセスは、シリコン表面から本来の酸化物の除去、ホウ素または矽“スキン”即ち注入及びアニーリング段階後にドープされた本来の酸化物の除去、または“フェンス”即ち突き出た段の側壁付近の（必ずしも接している必要はない）集積回路構造の表面上のポリシリコンスパイクまたは残留物の除去にも使用可能である。

【0024】以上説明したように本発明は、真空中からウエーハを取り外すことを要せずに半導体ウエーハ上に形成された集積回路構造から（例えばポリシリコン線のような段の側壁から）望ましくない残留酸化物またはポリシリコン残留物を除去する改良されたプロセス、即ち温式エッティングのようにこれらの残留物を除去するためウエーハを真空中から除去することを必要としない乾式エッティングプロセスを提供しているのである。その結

果、本プロセスはウエーハの汚染の危険性を低下させつつウエーハのスループットを高速化する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術の集積回路構造の垂直側断面図であつて、半導体ウエーハ上に形成されたポリシリコン線の側壁上の残留酸化物を示す図である。

【図2】図3に示す従来技術の集積回路構造の2-2矢視垂直側断面図であつて、第2のポリシリコン線を形成させた時に半導体ウエーハ上の酸化物側壁上またはポリシリコン線もしくは段上に残るポリシリコン残留物即ちストリンガを示す図である。

【図3】図2に示す従来技術の構造の斜視図であつて、2本の平行ポリシリコン線間に伸びるポリシリコンスト

リンガがこれらの線間を短絡していることを示す図である。

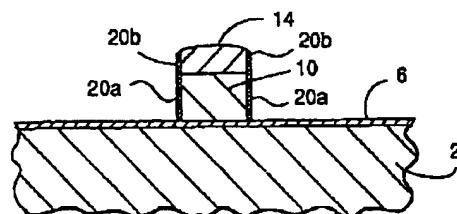
【図4】図3に示す従来技術の構造の4-4矢視垂直側断面図である。

【図5】本発明のプロセスを示す流れ図である。

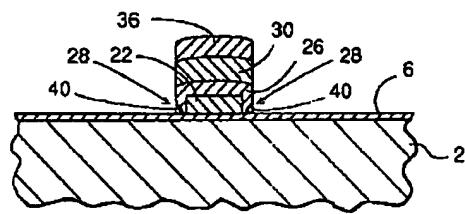
【符号の説明】

- 2 シリコン半導体ウエーハ
- 6, 26 酸化物層
- 10, 22, 30 ポリシリコン線
- 14, 36 フォトレジストマスク
- 10 残留物
- 28 凹角部分
- 40 ストリンガ

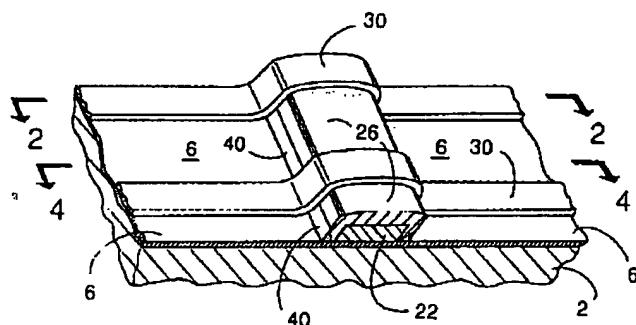
【図1】



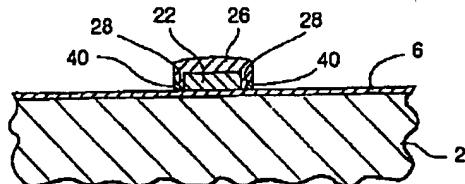
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

半導体ウェーハ上に突き出た段の側壁から酸化物またはポリシリコン残留物を除去する乾式エッティング方法

1. 約20ミリトル乃至約1トルの範囲の圧力の真空室内において約-15°C乃至約150°Cの温度に維持されている陰極上に半導体ウェーハを取りつける

2. 1200ccの真空室に10乃至500sccmを流入させるのと等価な流量で真空室内にNF₃含有ガスを流入させる

3. エッティング室内にプラズマを点弧させ、プラズマの電力レベルを約50乃至約400ワットに維持する

4. ウエーハの面に平行で約25乃至約150ガウスの強さを有する磁場にウエーハを曝す

フロントページの続き

(72)発明者 チェスター エイ スウェイコウスキー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95060 サンタ クルーズ ウエスト ク
リフ ドライヴ 880

(72)発明者 ザーラ エイチ アミニ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95014 クーパーティノ レインボード
ライヴ 21230